

KEBIJAKAN PERBAIKAN KUALITAS AIR SUNGAI PEGIRIKAN DENGAN METODE SISTEM DINAMIK

Yustina Ngatilah¹⁾ Ony Kurniawan²⁾

Prodi Teknik Industri FTI-UPNV Jawa Timur

Email 1): yustinangatilah@gmail.com

Email 2): oney.awan16@yahoo.com

ABSTRAK

Banyaknya lahan pemukiman serta tingkat kepadatan penduduk yang tinggi di sepanjang daerah aliran sungai (DAS) mengakibatkan timbulnya berbagai masalah diantaranya adalah meningkatnya sumber pencemaran limbah domestik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas air sungai berdasarkan pada perilaku masyarakat sekitar daerah aliran sungai (DAS) Pegirian dan membuat model dinamik yang menyatakan hubungan antara faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas air Sungai Pegirian

Variabel penelitian ini terdiri dari variabel bebas yaitu: Curah hujan, Debit aliran sungai, Suhu sungai, Tingkat pertumbuhan penduduk, Kebutuhan oksigen biologis, Kebutuhan oksigen kimia. Sedangkan variabel terikat, yaitu; kualitas air sungai Pegirian Ujung Surabaya Pengumpulan data diperoleh dari perilaku pemukim di sekitar Sungai Pegirian, pembuangan limbah domestik (rumah tangga), keadaan Kelurahan Ujung, Penelitian ini menggunakan metode sistem dinamik untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.

Penelitian ini menghasilkan 3 skenario kebijakan yang dapat memperbaiki kualitas air Sungai Pegirian di Kelurahan Ujung yaitu pengusuran rumah sekitar aliran sungai, pembuatan Ipal Domestik Individual Biofilter Anaerob-Aerob dengan Media Batu Split serta Pembuatan jamban di setiap rumah serta pembuatan Ipal Domestik Individual Biofilter Anaerob-Aerob dengan Media Batu Split. Dari ketiga skenario tersebut skenario ketiga yaitu pembuatan Ipal Domestik Individual Biofilter Anaerob-Aerob dengan Media Batu Split dapat mereduksi kadar *Biological Oxygen Demand* (BOD) sebesar 15% - 71% serta kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) sebesar 32% - 88%.

Kata Kunci : Aerob, Anaerob, BOD, COD, Lahan permukiman, Pencemaran air sungai, Sistem dinamis

ABSTRACT

The river provides water for the benefit of human life and the organisms that live in Increasing the density of the population with poor economic conditions forced people to live along the watershed (DAS). The number of residential land and high population density along the watershed (DAS) resulted in the emergence of a variety of issues such as increasing sources of domestic sewage pollution. The problems of river water pollution is a problem with the system is quite complex and involves a variety of components interacting variables. Complex problems and the many variables that affect the system, because that study using dynamical systems methods to solve the problem. The research result in 3 scenarios policies that can improve water quality in the Village of River Pegirian the eviction of houses around the river, making the "IPAL" Domestic Individual Biofilter Anaerobic-aerobic with Media Split Rock and the Making toilets in every home and making BioFilter Individual Domestic "IPAL" Anaerobic -aerobic With Split Rock Media. Of the three scenarios is a third scenario that is making BioFilter Individual Domestic "IPAL" Anaerobic-aerobic Media Split Rock can reduce BOD levels of 15% - 71% and COD levels of 32% - 88%.

Key word : Aerob, Anaerob, BOD, COD, residential land, River water pollution, the dynamic sistem.

PENDAHULUAN

Sungai menyediakan air yang bermanfaat bagi kehidupan manusia diantaranya adalah kegiatan pertanian, perindustrian maupun kegiatan sehari-hari (rumah tangga). Selain itu sungai juga memberikan manfaat bagi organisme yang hidup didalam perairan sungai. Bertambahnya kepadatan jumlah penduduk disertai kondisi ekonomi yang rendah memaksa penduduk tersebut untuk tinggal di sepanjang daerah aliran sungai (DAS). Hampir sebagian besar masyarakat yang hidup di sepanjang daerah aliran sungai (DAS) memanfaatkan air sungai untuk kehidupan sehari-hari. Banyaknya lahan pemukiman serta tingkat kepadatan penduduk yang tinggi di sepanjang daerah aliran sungai (DAS) mengakibatkan timbulnya berbagai masalah diantaranya adalah meningkatnya sumber pencemaran limbah domestik. Penurunan kualitas air sungai ditandai oleh penurunan beberapa parameter kualitas air diantaranya adalah parameter fisika, kimia maupun mikrobiologi. Penurunan kualitas air sungai ini merupakan indikasi terjadinya pencemaran air sungai pada area tersebut. Salah satu sumber penyebab penurunan kualitas air sungai tersebut berasal dari pembuangan limbah rumah tangga (limbah domestik) diantaranya buangan air rumah tangga, air cucian, urin, kotoran manusia (tinja) serta sampah yang dibuang secara langsung di sepanjang aliran sungai.

Kompleksnya permasalahan dan banyaknya variabel yang mempengaruhi sistem tersebut dapat digambarkan secara sederhana dan sistematis melalui sebuah model simulasi. Oleh karena itulah penelitian ini menggunakan metode sistem dinamik dengan melibatkan variabel-variabel yang berpengaruh sehingga dapat menghasilkan model pencemaran air sungai serta alternatif kebijakan yang dapat diambil untuk perbaikan pada masa yang akan datang.

Tinjauan Pustaka

Sungai merupakan daerah perairan air tawar yang mengalir, sumber sungai berasal dari tanah, air hujan, atau air permukaan yang akhirnya bermuara ke laut, atau perairan yang terbuka. Daerah Aliran Sungai (DAS) dibagi menjadi daerah hulu, tengah, dan hilir.

Air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (restauran), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama (Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001). Beberapa unsur kandungan limbah di aliran sungai adalah sampah organik dan anorganik serta deterjen. Sampah organik yang dibuang langsung ke sungai dapat menyebabkan berkurangnya jumlah oksigen terlarut (*Dissolved Oxyge*, (DO) karena sebagian besar oksigen terlarut tersebut akan digunakan bakteri untuk proses penguraian atau pembusukan.

Mutu air adalah kondisi kualitas air yang diukur dan atau diuji berdasarkan parameter-parameter tertentu dan metoda tertentu berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Syarat-syarat yang harus dipenuhi untuk dikatakan bersih adalah kualitas air harus memenuhi syarat kesehatan yang meliputi persyaratan fisika, kimia, radioaktif dan mikrobiologi (Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001).

Berikut ini menurut Wijaya (2009) adalah parameter pencemaran air limbah :

1. Parameter fisika

Beberapa parameter fisik yang digunakan untuk menentukan kualitas air meliputi bau, jumlah zat padat terlarut, kekeruhan, rasa, suhu, warna, daya hantar listrik (DHL).

2. Parameter kimia

Beberapa parameter kimia yang digunakan untuk menentukan kualitas air meliputi derajat keasaman (pH), kesadahan, oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*, DO), kebutuhan oksigen biologis (*Biologycal Oxygen Demand* (BOD), kebutuhan oksigen kimia (*Chemical Oxygen Demand* (COD). Berikut adalah pengertian dari setiap parameter kimia.

3. Parameter Mikrobiologi

Pengukuran tentang parameter mikrobiologi ini dapat dianalisa secara kuantitatif maupun secara kualitatif. Analisa kuantitatif ini dilakukan dengan melihat jumlah dari jenis

organisme yang hidup dilingkungan perairan tersebut dan dihubungkan dengan keanekaragaman tiap jenisnya. Analisa kualitatif dapat dilakukan dengan melihat jenis organisme yang mampu beradaptasi pada kondisi lingkungan tersebut).

Secara umum parameter yang digunakan untuk pengukuran pencemaran limbah domestik (rumah tangga) adalah kebutuhan oksigen biologis (*Biological Oxygen Demand*, BOD) dan kebutuhan oksigen kimia (*Chemical Oxygen Demand*, COD) karena dalam kandungan BOD dan COD ini mengandung parameter fisika dan biologi, yaitu dapat dianalisa kebutuhan oksigen yang dibutuhkan oleh organisme untuk melakukan aktivitasnya. Peningkatan kadar BOD dan COD akan membuat organisme yang hidup di dalam sungai menjadi terganggu aktivitasnya bahkan dapat mati karena berkurangnya kandungan Oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*, DO).

Pengertian kebutuhan oksigen biologis (*Biological Oxygen Demand*, BOD) dan kebutuhan oksigen kimia (*Chemical Oxygen Demand*, COD) sebagai berikut.

1. Kebutuhan oksigen biologis (*Biological Oxygen Demand*, BOD)

Kebutuhan oksigen biologis atau *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) merupakan indikator indikator pencemaran penting untuk menentukan kekuatan atau daya cemar suatu perairan, pada umumnya perhitungan nilai BOD dilakukan dalam 5 hari pada suhu 20°C. *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme dalam lingkungan air untuk memecah (mendegradasi) bahan buangan organik yang ada dalam air menjadi karbondioksida dan air. Pemecahan bahan organik mempunyai pengertian bahwa bahan buangan organik ini digunakan oleh organisme sebagai bahan makanan dan energinya yang diperoleh dari proses oksidasi. Nilai BOD yang tinggi berdampak pada penurunan oksigen terlarut atau *Dissolved Oxygen* (DO) karena bakteri yang ada didalam air akan menghabiskan oksigen terlarut (Rahmawati 2011).

2. Kebutuhan oksigen kimia (*Chemical Oxygen Demand*, COD)

COD merupakan gambaran jumlah oksigen total yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologis (*biodegradable*) maupun yang sukar didegradasi secara biologis (*non biodegradable*), menjadi CO₂ dan H₂O. Untuk mengetahui jumlah bahan organik di dalam air dapat menggunakan penentuan nilai kebutuhan oksigen kimia (COD) karena pengujian ini dilakukan lebih cepat daripada uji kebutuhan oksigen biologis (BOD) dengan menggunakan reaksi kimia dari suatu bahan organik baik yang dapat didekomposisi secara biologis maupun tidak. Beberapa zat organik tidak dapat mengalami penguraian biologis secara sempurna dengan menggunakan pengujian BOD selama lima hari (BOD₅) sehingga senyawa organik tersebut dapat menurunkan kualitas air. Bakter-bakteri tersebut mengoksidasi zat organik menjadi CO₂ dan H₂O, sehingga melalui reaksi kimia kalium dikromat dapat mengoksidasi lebih banyak sehingga menghasilkan nilai Cod yang lebih tinggi dibanding dengan BOD dalam ujian perairan yang sama (Sasongko 2006).

Sistem dinamis menurut Muhammadi (2001), adalah suatu metodologi untuk memahami adanya permasalahan yang kompleks dengan melibatkan berbagai komponen dan variabel yang saling berinteraksi serta mempunyai sifat dinamis (berubah terhadap waktu) .

Untuk menyelesaikan permasalahan sistem dinamik yang menghasilkan skenario kebijakan perlu dilakukan pembuatan model. Berikut menurut Novitasari (2008) tahapan dalam pembangunan model sebagai berikut:

1. Pembuatan konsep dalam diagram sebab akibat (*Causal Loop Diagram*).
2. Pembuatan model diagram sistem dinamik (*Stock and Flow Diagram/ SFD*).
3. Formulasi matematis
4. Simulasi.
5. Verifikasi dan Validasi.
6. Penyusunan skenario kebijakan.

METODE PENELITIAN

Banyaknya lahan pemukiman serta tingkat kepadatan penduduk yang tinggi di sepanjang daerah aliran sungai (DAS) mengakibatkan timbulnya berbagai masalah diantaranya adalah meningkatnya sumber pencemaran limbah domestik.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas air sungai berdasarkan pada perilaku masyarakat sekitar daerah aliran sungai (DAS) Pegirian Desa Ujung Surabaya Utara dan membuat model dinamik yang menyatakan hubungan antara faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas air Sungai Pegirian.

Variabel penelitian ini terdiri dari variabel bebas yaitu: Curah hujan, Debit aliran sungai, Suhu sungai, Tingkat pertumbuhan penduduk, Kebutuhan oksigen biologis, Kebutuhan oksigen kimia. Sedangkan variabel terikat, yaitu; kualitas air sungai Pegirian Ujung Surabaya

Pengumpulan data diperoleh dari perilaku pemukim di sekitar Sungai Pegirian, pembuangan limbah domestik (rumah tangga), keadaan Kelurahan Ujung,

Penelitian ini menggunakan metode sistem dinamik untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.

Penelitian ini menghasilkan 3 skenario kebijakan yang dapat memperbaiki kualitas air Sungai Pegirian di Kelurahan Ujung yaitu pengusuran rumah sekitar aliran sungai, pembuatan Ipal Domestik Individual Biofilter Anaerob-Aerob dengan Media Batu Split serta Pembuatan jamban di setiap rumah serta pembuatan Ipal Domestik Individual Biofilter Anaerob-Aerob dengan Media Batu Split.

HASIL DAN PEMBAHASAN

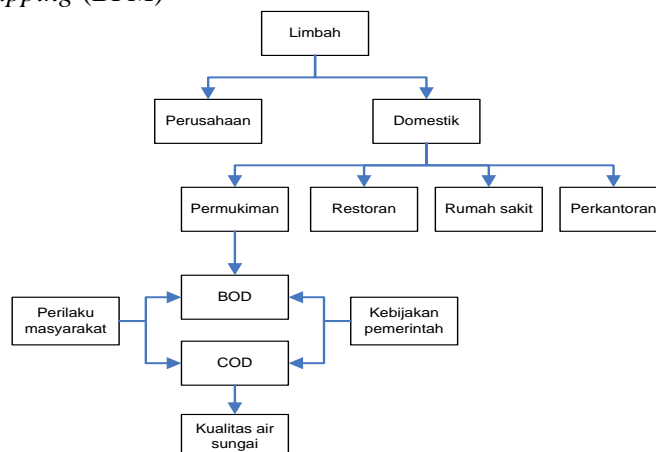
Hasil dan pembahasan ini dilakukan untuk menganalisa model sistem dinamik dalam pemodelan kualitas air Sungai Pegirian.

Konseptualisasi Model

Konseptual model dilakukan dengan tujuan untuk memberikan gambaran sistem secara umum mengenai simulasi yang akan dilakukan.

Konseptual model ini akan dilakukan dengan pembatasan model *big picture mapping* (BPM), pembuatan diagram *input output*, pembuatan *causal loop diagram* serta pembuatan *stock and flow diagram*. Pembatasan terhadap model ini dilakukan agar dalam pembahasan yang dilakukan tidak keluar dari fokus penelitian.

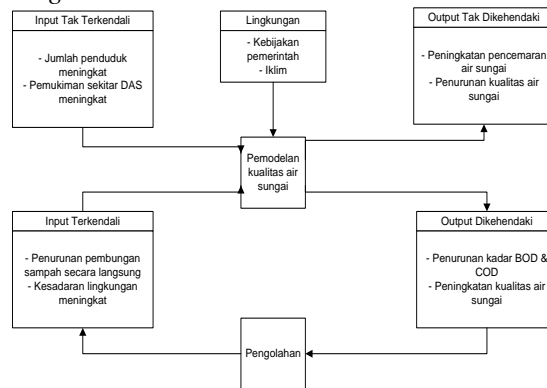
a) *Big Picture Mapping* (BPM)



Gambar 1. *Big Picture Mapping*

Gambar diatas merupakan *big picture mapping* pemodelan kualitas air sungai atau gambaran yang memperlihatkan bahwa fokus penelitian ini adalah terletak pada limbah domestik akibat banyaknya lahan permukiman di sekitar daerah aliran sungai (DAS) yang menyebabkan meningkatnya kadar BOD dan COD, perbaikan kualitas sungai dilakukan dengan kerjasama antar berbagai pihak yaitu perilaku masyarakat yang baik serta disertai kebijakan pemerintah yang berkelanjutan.

b) *Input Output Diagram*

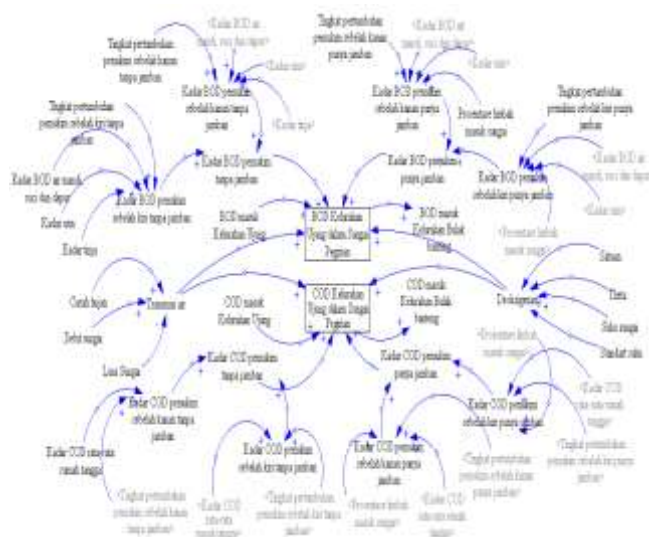


Gambar 2. *Input Output Diagram*

Penyusunan *input output diagram* dilakukan untuk menggambarkan secara sistematis apa saja yang merupakan inputan pemodelan kualitas air sungai serta outputannya.

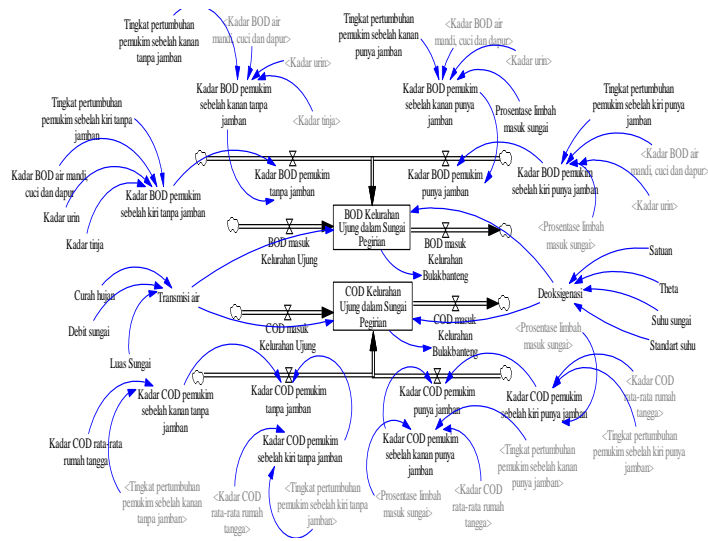
c) *Causal Loop Diagram*

Pada *Causal Loop Diagram* ini menggambarkan Variabel tersebut mempunyai hubungan keterkaitan antara satu dengan lain yang berupa hubungan sebab akibat (*feedback*).



Gambar 3. *Causal Loop Diagram*

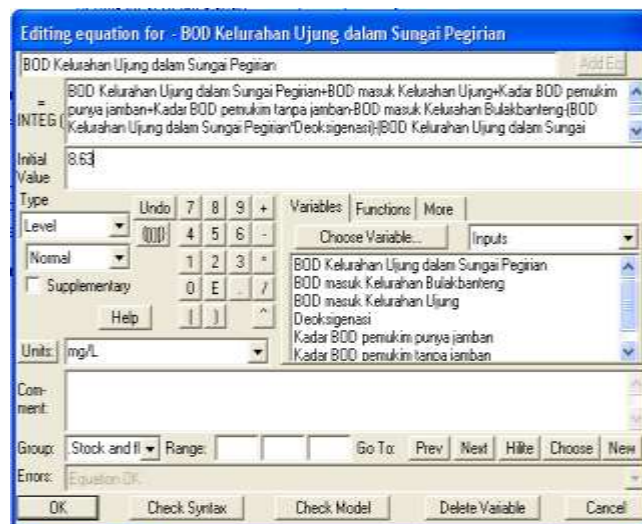
d) Stock and Flow Diagram



Gambar 4 .Stock and Flow Diagram

Formulasi Model

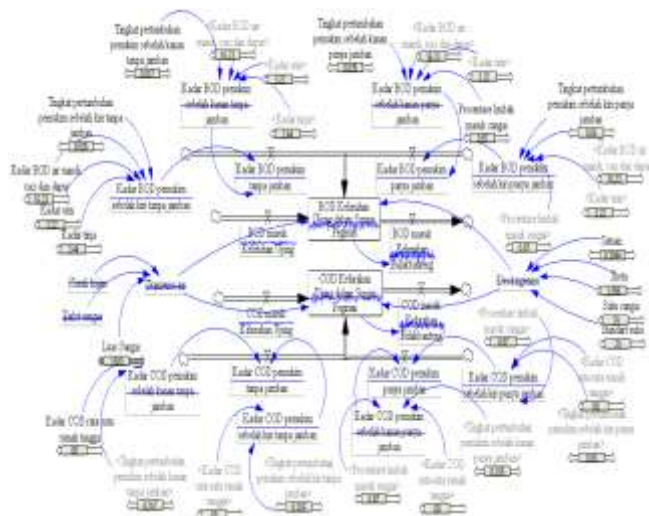
Model dapat dilakukan simulasi setelah tahapan pembuatan *stock and flow diagram* yang kemudian dilakukan penyusunan formulasi matematis. Formulasi matematis dilakukan dengan cara memasukkan keterkaitan atau interaksi antar variabel secara matematis.



Gambar 5. Formulasi model kadar BOD

Simulasi Software Vensim

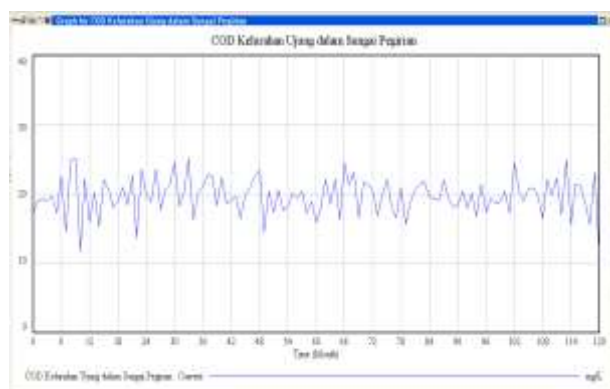
Simulasi model dibangun dengan menggunakan *software Vensim*. Simulasi ini dilakukan dengan tujuan untuk melihat perilaku dari sistem yang telah dibuat. Simulasi ini dilakukan dengan memasukkan nilai matematis pada variabel yang telah disesuaikan dengan sistem nyata. Pada tahanan awal akan dimulainya simulasi perlu didefinisikan terlebih dahulu satuan waktu yang digunakan selama simulasi, pada simulasi ini menggunakan *setting* satuan waktu bulan (*month*).



Gambar 6. Hasil simulasi *stock and flow diagram*



Gambar 7. Hasil simulasi kadar BOD Keluaran Ujung dalam Sungai Pegirian



Gambar 8. Hasil simulasi kadar COD Keluaran Ujung dalam Sungai Pegirian

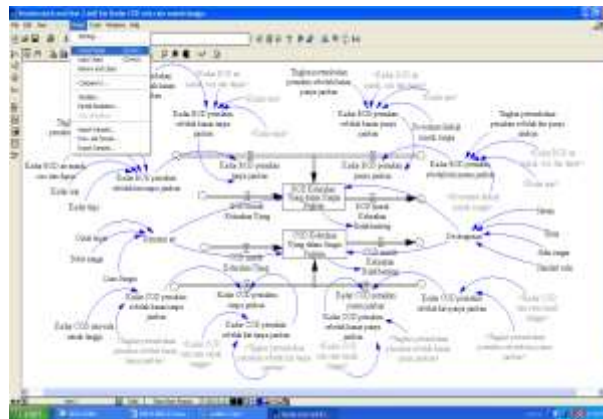
Verifikasi dan Validasi Model

Verifikasi dan validasi model ini dilakukan dengan tujuan untuk menguji apakah model *error* atau tidak serta untuk membandingkan struktur model berdasarkan perilakunya

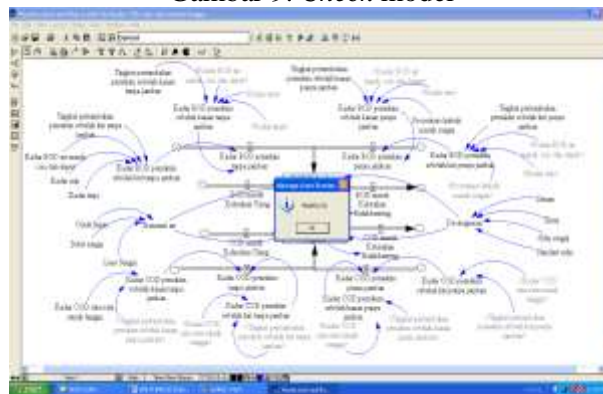
dengan struktur dan perilaku sistem pada keadaan sebenarnya (sistem nyata) sehingga dapat dikatakan bahwa model mampu mewakili sistem nyata.

Verifikasi Model

Verifikasi model dilakukan untuk memastikan apakah model yang dibuat sudah berjalan sesuai dengan persepsi pembuatan model. Tahap ini dilakukan dengan cara memeriksa formulasi (equations) serta memeriksa satuan (unit) pada variabel.



Gambar 9. Check model



Gambar 10. Verifikasi model

Validasi Model

Validasi model merupakan tahap pengujian terhadap model untuk melihat apakah model sudah mampu mewakili atau menggambarkan sistem nyata. Validasi model dilakukan dengan cara membandingkan nilai rata-rata dan perbedaan varians antara hasil simulasi dengan kondisi aktual sistem. Tingkat kepercayaan yang digunakan adalah 95%. Validasi menggunakan hipotesis awal (H_0) dan hipotesis tandingan (H_1) sebagai berikut:

$$H_0 : \mu_d = \mu_0 \quad (\text{tidak ada perbedaan data})$$

$$H_1 : \mu_d \neq \mu_0 \quad (\text{terdapat perbedaan data})$$

1. Validasi nilai BOD Kelurahan Ujung dalam Sungai Pegirian

Berikut ini adalah tabel aktual dan hasil simulasi nilai BOD Kelurahan Ujung dalam Sungai Pegirian.

Tabel 1 data aktual dan hasil simulasi nilai BOD Kelurahan Ujung

Bulan	Aktual	Simulasi
Januari	8.63	5.205
Februari	9.38	8.268
Maret	10.70	8.183
April	10.87	7.743
Mei	9.16	7.165
Juni	9.49	8.510
Juli	9.75	6.007
Agustus	9.79	9.843
September	5.32	10.070
Oktober	9.75	5.390
November	9.79	10.210



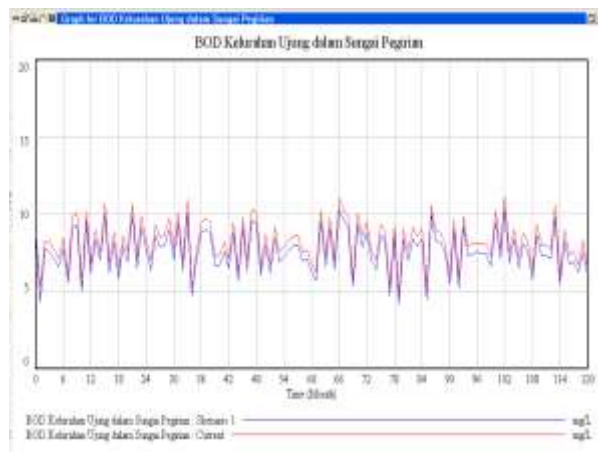
Gambar 11. Hasil *running* validasi BOD menggunakan *software* Minitab

Berdasarkan hasil output dari *software* Minitab diperoleh nilai P-value sebesar 0,90. Karena nilai P-value > $\alpha = 0,05$, maka H_0 diterima sehingga dapat dikatakan bahwa rata-rata hasil antara nilai aktual dengan hasil simulasi tidak terdapat perbedaan secara signifikan.

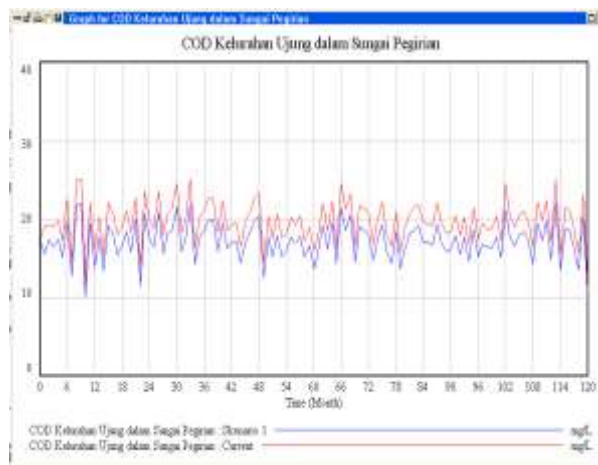
- Validasi Validasi nilai BOD Kelurahan Ujung dalam Sungai Pegirian
Berikut ini adalah tabel aktual dan hasil simulasi nilai BOD Kelurahan Ujung dalam Sungai Pegirian.

Tabel 2 data aktual dan hasil simulasi nilai COD Kelurahan Ujung

Bulan	Aktual	Simulasi
Januari	17.262	18.99
Februari	19.532	19.17
Maret	23.017	19.04
April	20.457	19.68
Mei	19.723	17.19
Juni	22.643	22.60
Juli	12.846	14.47
Agustus	20.314	24.89
September	12.654	25.05
Oktober	12.846	11.59
November	20.314	22.17



Gambar 14. Grafik BOD Keluaran Ujung Sungai Pegirian Skenario 1

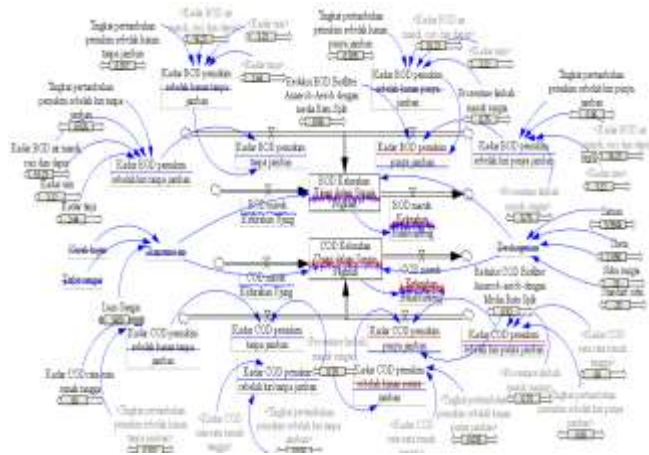


Gambar 15. Grafik BOD Keluaran Ujung Sungai Pegirian Skenario 1

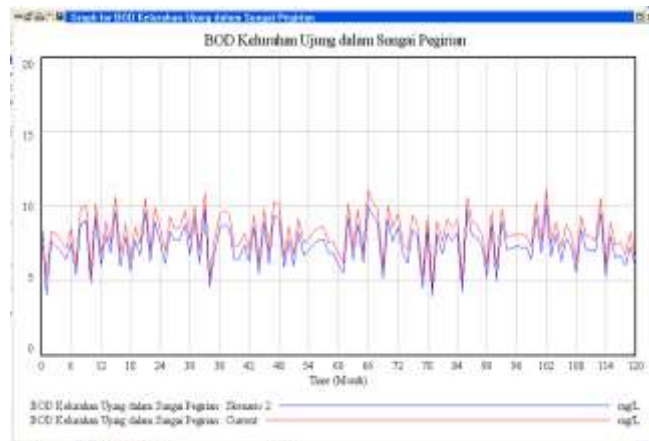
Penurunan kadar BOD pada skenario 1 ini berkisar antara 7 % - 22% serta penurunan kadar COD berkisar antara 4% - 22%. Pada skenario ini nilai kadar BOD rata-rata adalah 7,59 mg/L dan kadar COD rata-rata adalah 17,11 mg/L. Skenario 1 ini menyebabkan penurunan kadar BOD dan COD serta membuat kualitas air sungai ini

2. Skenario 2 (Ipal Domestik Individual Biofilter Anaerob-Aerob Dengan Media Batu Split)

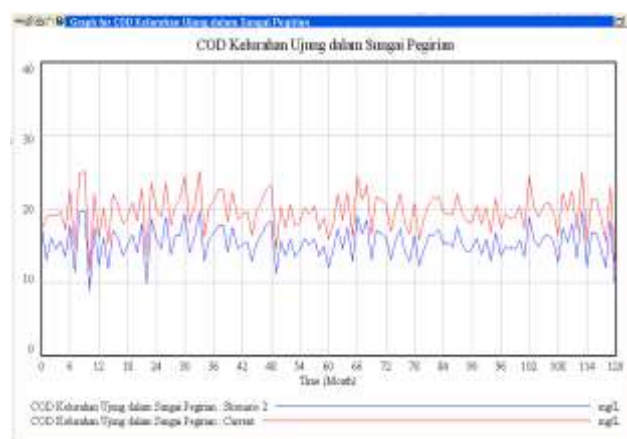
Air limbah rumah tangga yang akan diolah dikumpulkan dari beberapa rumah dengan cara mengalirkan melalui pipa PVC. Jenis air limbah yang diolah yakni seluruh air limbah rumah tangga yang berasal dari air bekas cucian, buangan dapur, buangan kamar mandi dan buangan tinja. Air limbah dialirkan ke alat pengolahan melalui lubang pemasukan (inlet) masuk ke ruang (bak) pengendapan awal. Selanjutnya air limpasan dari bak pengendapan awal air dialirkan ke zona anaerob. Selanjutnya air limpasan dari zona anaerob ke dua mengalir ke zona aerob melalui lubang (weir). Air limbah yang ada di dalam bak pengendapan akhir tersebut disirkulasikan ke zona anaerob pertama, sedangkan air limpasan dari bak pengendapan akhir tersebut merupakan air hasil olahan dan keluar melalui lubang pengeluaran selanjutnya masuk ke bak kontaktor khlor. Selanjutnya air limpasan dari baka kontaktor dibuang ke saluran umum.



Gambar 16. Stock and flow diagram skenario2



Gambar 17. Grafik BOD Kelurahan Ujung Sungai Pegirian Skenario 2



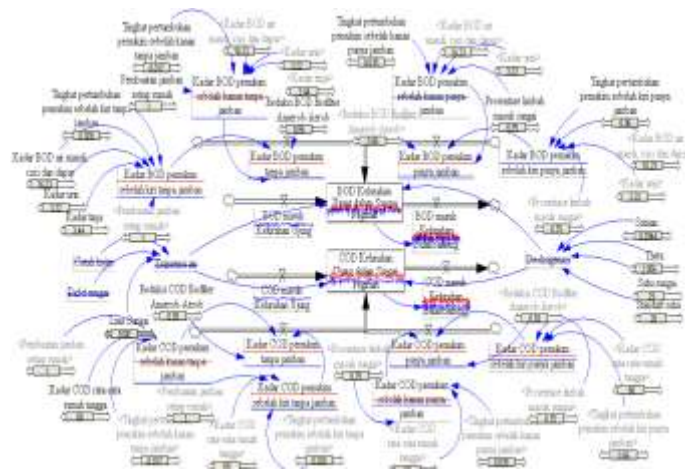
Gambar 18. Grafik COD Kelurahan Ujung Sungai Pegirian Skenario 2

Penurunan kadar BOD pada skenario 2 ini berkisar antara 8% - 29% serta penurunan kadar COD berkisar antara 15% - 46%. Pada skenario ini nilai kadar BOD rata-rata adalah 7,34 mg/L dan kadar COD rata-rata adalah 15,36 mg/L. Skenario 2 ini menyebabkan penurunan

kadar BOD dan COD serta membuat kualitas air sungai ini berada pada mutu air kelas tiga (III) yaitu kadar BOD < 12 mg/L serta COD < 100 mg/L.

3. Skenario 3 (Pembuatan jamban di setiap rumah serta pembuatan Ipal Domestik Individual Biofilter Anaerob-Aerob Dengan Media Batu Split)

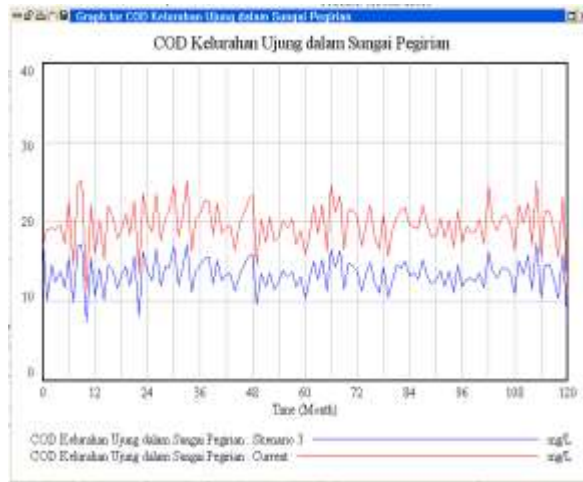
Pembuatan jamban di setiap rumah ini dilakukan agar limbah rumah tangga masuk melalui jamban terlebih dahulu sebelum masuk ke sungai. Sebelum masuk ke sungai limbah rumah tangga dalam jamban tersebut di salurkan ke ipal domestik, oleh sebab itulah di buat ipal domestik. Pembuatan ipal domestik individual biofilter anaerob-aerob dengan media batu split ini dilakukan untuk mengolah kembali limbah rumah tangga dari masing-masing rumah. Proses pada ipal domestik individual biofilter anaerob-aerob dengan media batu split ini sama seperti skenario 2.



Gambar 19. Stock and flow diagram skenario3



Gambar 20. Grafik BOD Keluaran Ujung Sungai Pegirian Skenario 3



Gambar 21. Grafik COD Kelurahan Ujung Sungai Pegirian Skenario 3

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil observasi lapangan dan pengambilan data pada pihak terkait dapat diketahui bahwa kualitas air Sungai Pegirian di Kelurahan Ujung berada pada kelas IV akibat perilaku masyarakat sekitar yang masih buruk serta banyaknya permukiman di sekitar yang daerah aliran sungai yang memberikan kontribusi limbah domestik (rumah tangga) lebih besar.
2. Model dinamik pada pemodelan kualitas air sungai ini dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah tingkat pertumbuhan penduduk, curah hujan, debit aliran sungai, luas daerah aliran sungai, suhu sungai, *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD).
3. Dari data yang diperoleh dengan faktor-faktor yang mempengaruhi air Sungai Pegirian kemudian dilakukan simulasi dengan menggunakan *software* Vensim yang dapat diketahui tingkat pencemaran untuk 120 bulan mendatang. Kualitas air sungai masih berada pada kelas IV apabila perilaku masyarakat sekitar masih buruk.
4. Dari hasil penelitian di dapat 3 skenario kebijakan yang dapat memperbaiki kualitas air Sungai Pegirian di Kelurahan Ujung yaitu pengusuran rumah sekitar aliran sungai, pembuatan Ipal Domestik Individual Biofilter Anaerob-Aerob Dengan Media Batu Split serta Pembuatan jamban di setiap rumah serta pembuatan Ipal Domestik Individual Biofilter Anaerob-Aerob Dengan Media Batu Split. Dari ketiga skenario tersebut skenario ketiga yaitu pembuatan Ipal Domestik Individual Biofilter Anaerob-Aerob Dengan Media Batu Split dapat mereduksi kadar BOD sebesar 15% - 71% serta kadar COD sebesar 32% - 88%.

DAFTAR PUSTAKA

- Muhammadi, E. A. d. B. S. (2001). Analisis Sistem Dinamis. Jakarta.
- Novitasari, R. (2008). "Mampukah Kebijakan Pergulaan Nasional Meningkatkan Perolehan Pendapatan Petani Tebu : Sebuah Penghampiran Dinamika Sistem."
- Pemerintah, P. (Nomor 82 Tahun 2001). Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Pemerintah Kota, S. (2012). Bentang Alam Surabaya. P. K. Surabaya. Surabaya.
- Pemerintah Kota, S. (2012). Profil Kabupaten / Kota Surabaya. S. Pemerintah Kota. Surabaya: 1-18.

- Pradhana, D. A. (2009). "Analisa Kebijakan Pasokan Gas Bagi Pemenuhan Kebutuhan Industri Pupuk Nasional : Sebuah Pendekatan Sistem Dinamik."
- Rahmawati, D. (2011). Pengaruh Kegiatan Industri Terhadap Kualitas Air Sungai Diawak Di Bergas Kabupaten Semarang Dan Upaya Pengendalian Pencemaran Air Sungai. Program Studi Ilmu Lingkungan. Semarang, Universitas Diponegoro.
- Sasongko, L. A. (2006). Kontribusi Air Limbah Domestik Penduduk Di Sekitar Sungai Tuk Terhadap Kualitas Air Sungai Kaligarang Serta Upaya Penanganannya (Studi Kasus Kelurahan Sampangan Dan Bendan Ngisor Kecamatan Gajah Mungkur Kota Semarang). Semarang, Universitas Diponegoro. Program Pasca Sarjana
- Wijaya, H. K. (2009). Komunitas Perifiton Dan Fitoplankton Serta Parameter Fisika-Kimia Perairan Sebagai Penentu Kualitas Air Di Bagian Hulu Sungai Cisadane, Jawa Barat. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Bogor, Institut Pertanian Bogor. Skripsi.